

JP6174476

Publication Title:

ROTATION ANGULAR VELOCITY SENSOR

Abstract:

PURPOSE: To provide a small-sized rotation angular velocity sensor with high precision at a low cost.

CONSTITUTION: A piezoelectric thin film 12 and a dielectric thin film 13 are formed on a silicon substrate 11 in multiple layers, and electrodes 14, 15 for propagating Lamb waves are formed on the piezoelectric thin film 12 to constitute an oscillating circuit. The silicon at the propagation portion of the Lamb waves is etched from the back face to form a thin plate having the wavelength lower than that of the Lamb waves. When rotation is applied to a rotation angular velocity sensor (a semiconductor element formed on the substrate 11) centering on the Z-axis, the propagation speed of the Lamb waves is changed in response to the rotating direction and the angular velocity OMEGA by the effect of the Coriolis force. The change of the oscillation frequency proportional to the angular velocity OMEGA is outputted as the electric signal (a). This output is detected by a counter 17, the frequency difference is obtained by an arithmetic device 18, and the rotation angular velocity of the rotation angular velocity sensor is calculated from the obtained frequency difference.

Data supplied from the esp@cenet database - <http://ep.espacenet.com>

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-174476

(43)公開日 平成6年(1994)6月24日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 1 C 19/56
G 0 1 P 9/04

識別記号

府内整理番号
9207-2F

F I

技術表示箇所

(21)出願番号 特願平4-350995

(22)出願日 平成4年(1992)12月4日

審査請求 未請求 請求項の数4(全5頁)

(71)出願人 000001487

クラリオン株式会社

東京都文京区白山5丁目35番2号

(72)発明者 黒本 晋一

東京都文京区白山5丁目35番2号 クラリ
オン株式会社内

(72)発明者 須貝 和義

東京都文京区白山5丁目35番2号 クラリ
オン株式会社内

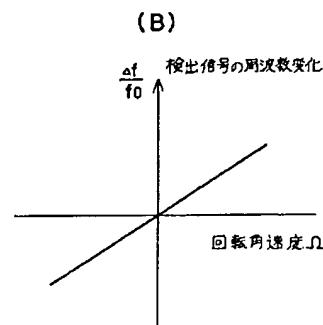
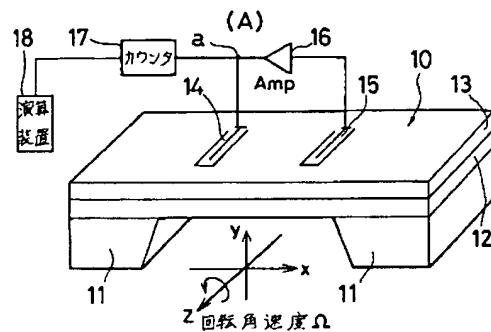
(74)代理人 弁理士 永田 武三郎

(54)【発明の名称】 回転角速度センサ

(57)【要約】

【目的】 精度の良い、小型、低コストの回転角速度センサの提供。

【構成】 シリコン基盤11上に圧電体薄膜12と共に誘電体薄膜13を多層に形成し、圧電体薄膜12上にLamb波を伝搬させるための電極14、15を形成し、発振回路を構成する。Lamb波の伝搬部分のシリコンを裏面からエッチングし、Lamb波の波長以下の薄いプレートとする。z軸を中心として回転角速度センサ(基盤11上に形成された半導体素子)に回転が加わるとコリオリカの影響でLamb波の伝搬速度が回転方向及び角速度に応じて変化する。これが角速度Ωに比例した発振周波数の変化が電気信号aとして出力する。この出力をカウンタ17で検出し、演算装置18で周波数差を求め、得られた周波数差から回転角速度センサの回転角速度を算出する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の基盤上に設けられた誘電体膜層及び圧電膜層によって形成される半導体素子と、前記圧電膜層に形成された、所定のモードの弾性波を伝搬させるための一対の電極と、前記半導体素子の回転に伴う前記所定モードの弾性波の変化を検出する検出装置と、前記検出装置により検出された周波数の変化から前記半導体素子の回転角速度を算出する演算装置と、を有することを特徴とする回転角速度センサ。

【請求項2】 請求項1記載の回転角速度センサにおいて、所定モードの弾性波がLamb波であることを特徴とする回転角速度センサ。

【請求項3】 所定の基盤上に設けられた誘電体膜層及び圧電膜層によって形成される一対の半導体素子と、前記それぞれの半導体素子上の圧電膜層に形成された、所定のモードの弾性波をそれぞれ逆方向に伝搬させるための一対の電極と、前記一対の半導体素子の回転に伴う各半導体素子における前記所定モードの弾性波の周波数を検出する検出装置と、それぞれ検出された周波数の差を求めるこにより、前記一対の半導体素子の回転角速度を算出する演算装置と、を有することを特徴とする回転角速度センサ。

【請求項4】 請求項3記載の回転角速度センサにおいて、所定モードの弾性波がLamb波であることを特徴とする回転角速度センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は回転角速度センサ(圧電振動ジャイロ)に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の回転角速度センサ(圧電振動ジャイロ)は音叉型または音片型の振動子に圧電磁器を接着した構造をしており、励振用圧電磁器と接着層を介して振動子に与えた振動を、接着層と検出用圧電磁器を介して電圧に変換し、検出信号を得る構成をなしている。この動作の基本原理は、振動子の回転角速度に比例したコリオリ力により振動子の変位が変調されることを利用し、検出信号からコリオリ力による変調成分を抽出して角速度を求める。

【0003】 図4は現在実用化されている正三角形音片型振動子を用いた回転角速度センサの構成及びその周辺装置の例を示す斜視図及びブロック図である。図4(A)に示すように、圧電振動ジャイロ40は恒弾性金属材料で作成された正三角形音片型振動子41の3辺に励振用及び検出用圧電磁器42を接着剤で張り合わせた構造をなしている。

【0004】 回路構成としては図4(B)に示すように正三角形音片型ジャイロ40の左右2辺の圧電磁器42-42を駆動用として用い、残る1辺の圧電磁器42を帰還用として発振回路43、位相補正回路45と共に自

10

20

30

40

50

励振による発振回路を構成する。また、左右2辺の圧電磁器42-42は検出用として兼用し、差動回路44の差動出力を同期検波回路46及び直流増幅器47で処理することによりコリオリ信号を抽出する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来の音片型振動子に圧電磁器を接着した構造の回転角速度センサは、圧電磁器を振動子に接着剤で張り合わせる工程を必要とするため、位置ずれが生じやすい等、機械工作上精度に問題があり、このためセンサの性能の再現性が悪く、また、歩留りの等生産性の向上やコストダウンや小型化も困難であるという問題点があった。

【0006】 本発明は、上記問題点を解消するためになされたものであり、精度の良い、小型、低成本の回転角速度センサを提供することを目的とする。

【0007】 弹性波(SAW, Lamb波)が伝搬する媒質が回転運動(回転ベクトルは波の進行方向と基盤の深さ方向に垂直)をすると、コリオリ力が働き、波の伝搬速度が変化する。この伝搬速度の変化から回転角速度を検出するのが、SAW、Lamb波を用いた振動ジャイロの動作原理である。従来はコリオリ力により振動子の変位が変調され、これにより回転角速度が検出されたが本発明では伝搬速度が変調される。

【0008】 ナビゲーション等への応用を考えた場合、ジャイロは比較的小さな回転角速度を検出するセンサと見做すことができる。そのため弹性波を用いた振動ジャイロは本質的に低周波動作が要求されると考えられる。SAWを用いた場合、低周波化により素子サイズが大きくなる可能性が懸念される。弹性波として反対称モードのLamb波に着目すると、図5に示すようにプレートの厚みを極めて薄くすることで波の伝搬速度を小さくできるという性質があり、低周波動作する上で大きな利点を有している。

【0009】

【課題を解決するための手段】 そこで、前記の目的を達成するために第1の発明による回転角速度センサは、所定の基盤上に設けられた誘電体膜層及び圧電膜層によって形成される半導体素子と、圧電膜層に形成された、所定のモードの弾性波を伝搬させるための一対の電極と、半導体素子の回転に伴う所定モードの弾性波の変化を検出する検出装置と、検出装置により検出された周波数の変化から半導体素子の回転角速度を算出する演算装置と、を有することを特徴とする。

【0010】 第2の発明は上記第1の発明による回転角速度センサにおいて、所定モードの弾性波がLamb波であることを特徴とする。

【0011】 また、第3の発明による回転角速度センサは、所定の基盤上に設けられた誘電体膜層及び圧電膜層によって形成される一対の半導体素子と、それぞれの半導体素子上の圧電膜層に形成された、所定のモードの弾

性波をそれぞれ逆方向に伝搬させるための一対の電極と、一対の半導体素子の回転に伴う各半導体素子における所定モードの弾性波の周波数を検出する検出装置と、それぞれ検出された周波数の差を求めることにより、一対の半導体素子の回転角速度を算出する演算装置と、を有することを特徴とする。

【0012】第4の発明は上記第2の発明による回転角速度センサにおいて、所定モードの弾性波がLamb波であることを特徴とする。

【0013】

【作用】上記構成により第1の発明による回転角速度センサは、圧電膜層に形成された一対の電極により所定のモードの弾性波を伝搬させ、検出装置により半導体素子の回転に伴う所定モードの弾性波の変化を検出し、演算装置で検出装置により検出された周波数差から半導体素子の回転角速度を算出する。

【0014】また、第3の発明による回転角速度センサは、それぞれの半導体素子上の圧電膜層に形成された一対の電極により、所定のモードの弾性波をそれぞれ逆方向に伝搬させ、検出装置により一対の半導体素子の回転に伴う各半導体素子における所定モードの弾性波の周波数を検出し、演算装置によりそれぞれ検出された周波数の差を求ることにより、一対の半導体素子の回転角速度を算出する。

【0015】

【実施例】

【実施例1】図1は本発明に基づく回転角速度センサの一実施例の構造を示す。図1(A)において、シリコン(Si)基盤11上に圧電体薄膜12と共に誘電体薄膜13を多層に形成し、圧電体薄膜12上にLamb波を伝搬させるための電極14、15を形成し、增幅器16と共に発振回路10を構成する。ここで、圧電体薄膜12、誘電体薄膜13の組合せとしてはZnO(酸化亜鉛)/SiN(窒素珪素)等が考えられるが、これ以外の薄膜の組合せも可能である。薄膜の組合せによる性能向上の可能性がある。

【0016】Lamb波の伝搬部分のシリコンを裏面からエッチングし、Lamb波の波長以下の薄いプレートとする。これはLamb波の伝搬モードとして音速の遅い反対称モードを用いるためである。z軸を中心として回転角速度センサ(基盤11上に形成された半導体素子)に回転が加わるとコリオリ力の影響でLamb波の伝搬速度が回転方向及び角速度に応じて変化する。これが角速度Ωに比例した発振周波数の変化が電気信号aとして出力する。この出力をカウンタ17で検出し、演算装置18で周波数差を求め、得られた周波数差から回転角速度セン

サの回転角速度を算出する。出力aは発振周波数fの変化分として検出される。回転角速度センサが回転していない時の周波数をf0、回転時の周波数f0からのずれを△fとすると図1(B)に示すようになる。

【0017】
【実施例2】図2は本発明に基づく回転角速度センサの他の実施例の構造を示し、図3は発振周波数の特性図である。図2(A)において、図1(A)に示した発振回路と同様の構造を有する同一特性の一対の発振回路21、22を互いにLamb波の向きが逆になるように配置し、z軸を中心として正の向きの回転が加わると、コリオリ力の影響でxの正の向きに伝搬するLamb波の伝搬速度は大きくなる。逆にxの負の向きに伝搬するLamb波の伝搬速度は小さくなる。

【0018】回転角速度Ωは周波数f1の出力23と周波数f2の出力24の周波数差として検出することができる。図2(B)に示すように発振回路21、22からの出力パルス23、24をそれぞれカウンタ31、32で検出し、演算回路33で周波数差を得て回転角速度センサの回転角速度を算出する。2つの出力の周波数差を使うことにより、温度変化等による周波数のドリフトの影響をキャンセルし、センサ性能の向上が期待できる。

【0019】

【発明の効果】以上説明したように本発明の回転角速度センサによれば、シリコン基盤上に圧電体薄膜と誘電体薄膜を多層に形成した構造を用いることで、Lamb波を利用した回転角速度センサの実現が可能となる。これにより、半導体プロセス技術を用いて製造できる、小型、低コストの回転角速度センサを実現し得る。更に、周辺回路を同一基盤上に集積化した高性能センサを実現し得る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に基づく回転角速度センサの一実施例の構造を示す図である。

【図2】本発明に基づく回転角速度センサの他の実施例の構造を示す図である。

【図3】発振周波数の特性図である。

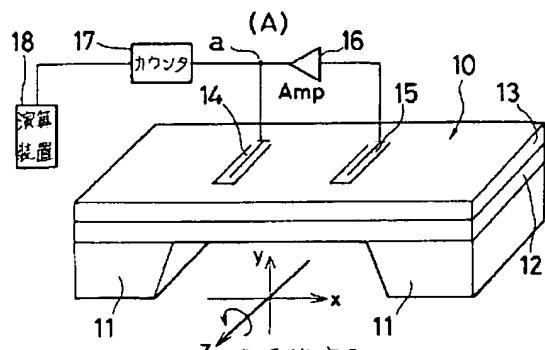
【図4】従来の回転角速度センサの例である。

【図5】Lamb波の分散関係である。

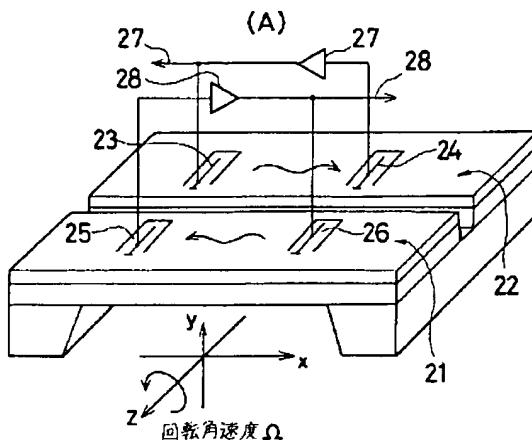
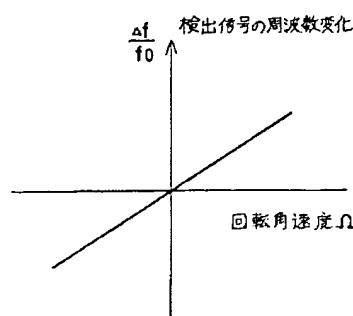
【符号の説明】

- 10, 21, 22 発振回路(半導体素子)
- 12 圧電体薄膜(圧電体薄膜層)
- 13 誘電体薄膜(誘電体薄膜層)
- 14, 15 電極
- 17, 31, 32 カウンタ(検出装置)
- 18, 33 演算装置

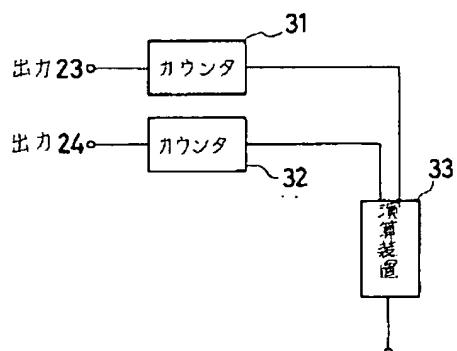
【図1】



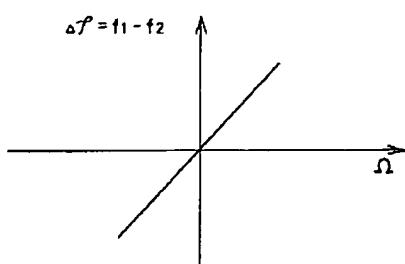
【図2】

△f/f₀ 検出信号の周波数変化

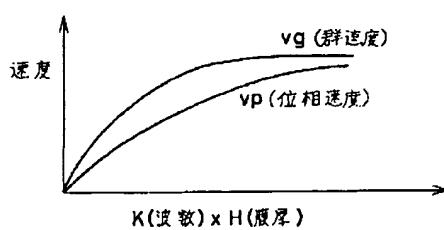
(B)



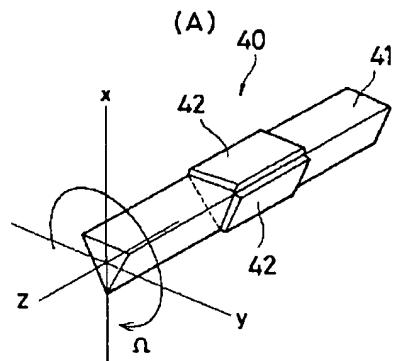
【図3】



【図5】



【図4】



(B)

